progetto n.

13 03 - DATA IV - CORNAREDO / SETTIMO M.SE

proprietà

progettista

appaltatore generale:

ENGIE SERVIZI S.p.A.
Via G. Ribotta,31
00144 Roma

progetto strutturale:

GENERALE PREFABBRICATI S.p.a.
centro direzionale quattrotorri
Ellera Scalo - 06132 PERUGIA - IT
tel.: +39 075 51 871 fax: +39 075 51 71 145
www.generaleprefabbricatispa.com

progetto MEP:

Ariatta Ingegneria dei Sistemi S.p.a.
Via Elba, 12 - 20144 MILANO
Tel +39 02 4990271 / Fax +39 02 4692845
www.ariatta.it

progetto civile e connessione AT:

GEOTECH S.r.l.
via T.Nani, 7 Morbegno (SO)
Tel. +39 0342610774
www.geotech-srl.it

progetto architettonico:

GARRETTI ASSOCIATI S.r.l.
Via Trieste, 9 - 20146 MILANO
tel.: +39 02 430 6931 fax: +39 02 480 170 51
www.garrettiassociati.it

prima emissione

disegnato da

aggiornamenti

A

B

descrizione:

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA

garretti associati architects planners engineers

Garretti Associati s.r.l.
via Trieste, 9
20146 - Milano
tel.: +39 02 430 6931
fax: +39 02 480 170 51
www.garrettiassociati.it

proprietà

DATA 4 ITALY S.P.A.
Piazza Eleonora Duse, 2
20122 MILANO

progetto

DATA CENTER
SOTTOSTAZIONE HT-MT

SEGNALAZIONE CERTIFICATA DI INIZIO ATTIVITA' alternativa al Permesso di Costruire
ai sensi del d.P.R. n° 380/2001 e del d.P.R. n° 160/2010

scala:

tavola n.

PE-C-S-001

REVISIONE						
	00	09/02/2024	Prima emissione	Geotech S.r.l.	Ing. P.Ricciardini	Dott. N.Ricciardini
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

PROGETTISTA

GEOTECH S.r.l.
SOCIETA' DI INGEGNERIA
Via T.Nani, 7 Morbegno (SO)
Tel. +39 0342610774
E-mail: info@geotech-srl.it
Sito: www.geotech-srl.it

PROGETTO

PROGETTO CONNESSIONE ALLA RTN

SSE DATA 4 - PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE

DATA 4 ITALY S.r.l.
Piazza Eleonora Duse 2
20122 Milano

CODICE	ELABORATO
R	RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA

DATA	SCALA	UBICAZIONE
febbraio 2024	-	CITTA' METROPOLITANA DI MILANO COMUNE DI SETTIMO MILANESE

LIVELLO DI PROGETTO	CODIFICA ELABORATO
PROGETTO ESECUTIVO	G1105_ESE_R_INVARIANZA_REV00

Questo documento contiene informazioni di proprietà della Geotech S.r.l. e deve essere esclusivamente utilizzato dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o divulgazione senza l'esplicito consenso di Geotech S.r.l.

INDICE:

1 PREMESSA 2
1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO 3
2 RIFERIMENTI NORMATIVI 3
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO 4
4 DATI DI PROGETTO 8
5 DEFINIZIONE DELE AREE 10
6 PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA 13
6.1 DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO 13
6.2 SOLUZIONE PROGETUALE ADOTTATA 15
6.3 PERMEABITA' DEL TERRENO 16
7 DIMENSIONAMENTO E VERIFICHA DELLA TRINCEA DISPERDENTE 16
7.1 CALCOLO DELLA PORTATA INFILTRATA 16
7.2 CALCOLO TEMPO DI SVUOTAMENTO 16
7.3 DIMENSIONAMENTO TRINCEA DI INFILTRAZIONE 17
7.4 VERIFICA DEL SISTEMA DISPERDENTE 18
7.5 VERIFICA DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO 21
8 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL SISTEMA DI DRENAGGIO ACQUE PLUVIALI 22
8.1 VERIFICA TUBAZIONI ACQUE BIANCHE 22
9 MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA 23
10 CONCLUSIONI 25

1 PREMESSA

Il presente lavoro costituisce il progetto di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7 e successive modificazioni, in applicazione dell'art. 58 bis della L.R. 12 del 2005, a supporto del Piano Tecnico delle Opere della Stazione Utente "SU Data4" (o SSE Data4), da realizzarsi a servizio del nuovo Data Center in comune di Settimo Milanese nella Città Metropolitana di Milano.

Si riporta l'ubicazione dell'area di indagine nelle figure seguenti (foto aerea).

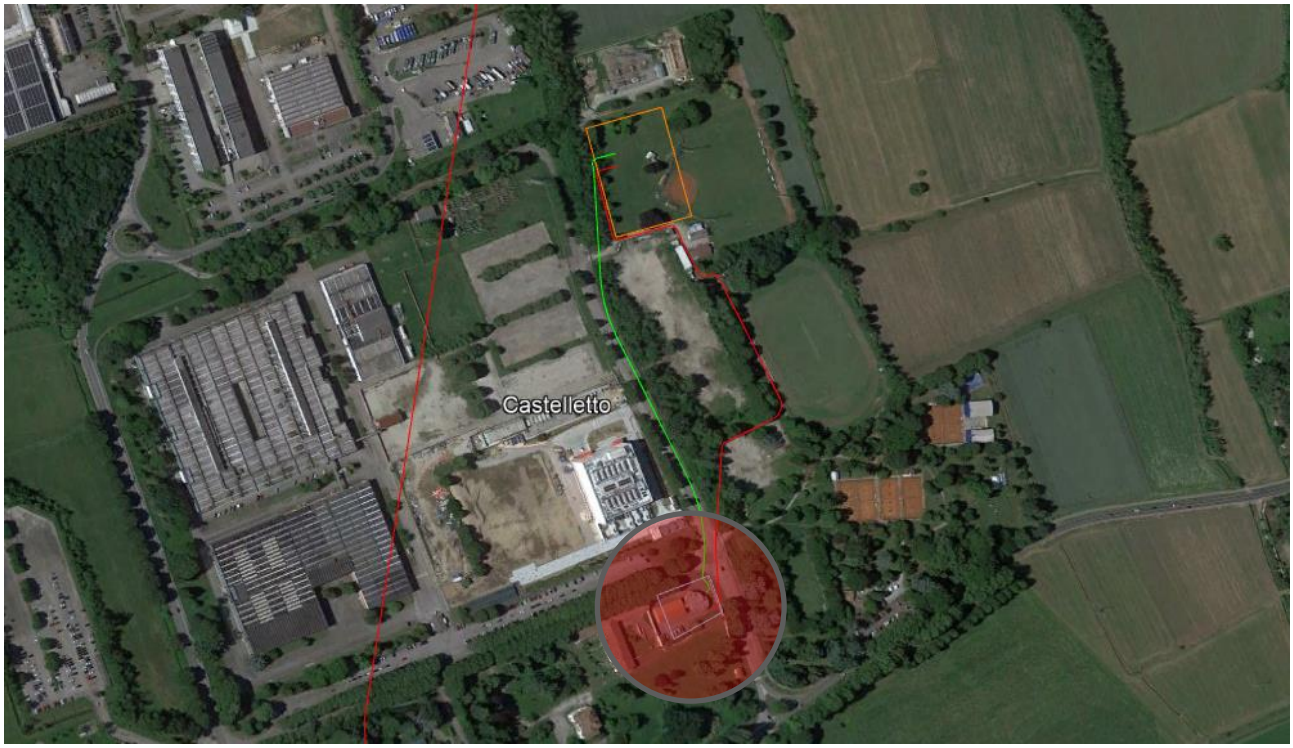


Figura 1:Inquadramento ortofoto

1.1 *DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO*

La nuova sottostazione, sarà collegata alla rete nazionale tramite 2 linee AT interrate (una per stallo), collegata alla futura Stazione Elettrica della RTN a 220 kV denominata “Settimo Milanese”.

L’impianto sarà composta da due sezioni ciascuna composta da un arrivo linea, un apparato pass, con isolamento in SF6, un trasformatore 220/20 da 170 MVA, una sezione MT esercita a 20 kV e un edificio con al suo interno i quadri MT di distribuzione e tutto il sistema di protezione e controllo. Complessivamente la sottostazione occuperà un’area di circa 2.200 m².

All’interno del perimetro della SU saranno inoltre collocati gli edifici adibiti a locale quadro media tensione, locale controllo, locale quadri bassa tensione, locale trasformatore TFN e resistenza formatore di neutro.

La SU sarà destinata ad alimentare in media tensione gli edifici a uso Data Center.

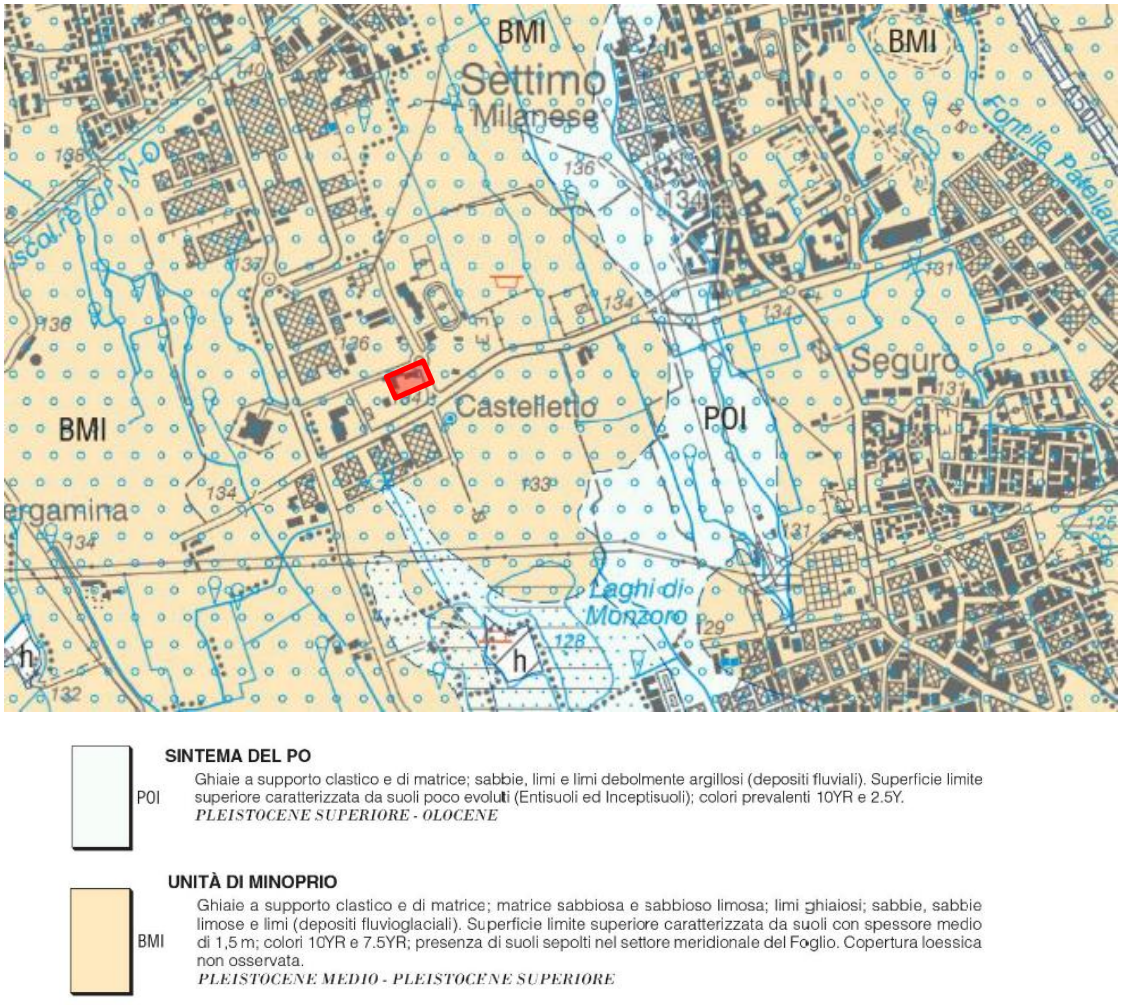
2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge Regionale n. 12 del 2005 (Art. 58 bis);
- Legge regionale 15 marzo 2016, n. 4;
- Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7 con successive modifiche:
  - R.R.29 giugno 2018 n. 7;
  - R.R. 19 aprile 2019 n. 8;
- Legge Regionale 26 del novembre 2019 n° 18 entrata in vigore l’11 dicembre 2019.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO

La zona interessata dall'indagine si ubica nella Pianura Padana centro-settentrionale, qui caratterizzata da terreni alluvionali e fluvioglaciali che la raccordano verso nord alle Prealpi.

Nell'ambito del territorio comprendente Settimo Milanese si riconosce, secondo quanto riportato dalla cartografia ufficiale (Foglio 118 "MILANO" della *Carta Geologica d'Italia progetto CARG scala 1:50.000*.) le formazioni riportate nell'estratto qui sotto.



SINTEMA DEL PO

POI — Ghiaie a supporto clastico e di matrice; sabbie, limi e limi debolmente argillosi (depositi fluviali). Superficie limite superiore caratterizzata da suoli poco evoluti (Entisuoli ed Inceptisuoli); colori prevalenti 10YR e 2.5Y.
PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE

UNITÀ DI MINOPRIO

BMI — Ghiaie a supporto clastico e di matrice; matrice sabbiosa e sabbioso limosa; limi ghiaiosi; sabbie, sabbie limose e limi (depositi fluvioglaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da suoli con spessore medio di 1,5 m; colori 10YR e 7.5YR; presenza di suoli sepolti nel settore meridionale del Foglio. Copertura loessica non osservata.
PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE

Estratto del FOGLIO 118 – MILANO; Carta Geologica d'Italia (1:50.000). In rosso l'area delle Sottostazione MLSS2

POI - SINTEMA DEL PO

Ghiaie a supporto clastico e di matrice; limi e limi debolmente argillosi (depositi fluviali). Affiora in diversi settori dell'area di studio, lungo le valli del Fiume Olona, del Lambro Meridionale, della Vettabbia e del Lambro.

I sedimenti dell'unità postglaciale sono prevalentemente di natura ghiaiosa e sabbio – ghiaiosa. Si distinguono:

- Depositi fluviali: ghiaie a matrice sabbioso limosa e sabbie ghiaiose
- Depositi di esondazione: sabbie e limi

Il sistema del Po può coprire, con limite erosionale, qualunque deposito precedente

BMI - UNITA' DI MINOPRIO

Definizione. Ghiaie a supporto clastico e di matrice; matrice sabbiosa e sabbioso limosa; limi ghiaiosi; sabbie, sabbie limose e limi (depositi fluvioglaciali).

L'unità è costituita da depositi fluvioglaciali: ghiaie a supporto clastico; matrice sabbiosa e sabbioso limosa. Clasti arrotondati/subarrotondati, in prevalenza centimetrici (dimensioni più frequenti tra 1-5 cm; dimensione massima osservata 20 cm circa). Ghiaie da massive a grossolanamente stratificate. Queste ghiaie costituiscono l' ossatura dei settori occidentale e orientale del Foglio giungendo fino al suo limite meridionale. Nei due settori sono presenti successioni sommitali caratteristiche.

La stratigrafia del sottosuolo di Settimo Milanese può essere schematizzata con la seguente successione.

- Litozona GHIAIOSO - SABBIOSA:

  posta fra il piano campagna e -100.0m/-120.0m, è costituita da depositi prevalentemente ghiaioso - sabbiosi con ciottoli in frazione limoso - argillosa. Si riscontra la presenza di strati poco potenti o di lenti costituiti da materiale più grossolani privi di frazione fine limoso - argillosa. Alla profondità di circa -60.0m/-65.0m è presente uno strato sempre riconoscibile costituito da argilla gialla della potenza variabile fra 5.0m e 10.0m. Al di sotto di tale profondità si osserva una alternanza di depositi sabbioso-ghiaiosi, con potenze fino a 10m e depositi argillosi o argilloso - sabbiosi con potenza equivalente. Alla base di questa litozona è presente uno strato di argilla limosa, azzurra o varicolori, talora torbosa, di potenza compresa fra 7.0 m e 10.0 m.

- Litozona ARGILLOSO LIMOSA

  posta al di sotto di -100m / -120m, è costituita da una alternanza di orizzonti argillosi, talora limosi e sabbiosi, potenti, in genere, più di 20m e depositi sabbiosi, più raramente ghiaiosi, potenti sino a 15.0 m, sedi di falde acquifere. In base alle informazioni stratigrafiche esistenti, questa litozona risulta continua sino ad almeno 231.0 m dal p.c.

La morfologia attuale della pianura è il risultato dell'alternarsi di fenomeni di accumulo e di erosione che si sono verificati durante il Quaternario, in relazione alle fasi di espansione e di ritiro dei ghiacciai. Dal punto di vista geomorfologico gli elementi principali che caratterizzano l'area percorsa dal nuovo elettrodotto sono pertanto legati alla dinamica dei corsi d'acqua (superfici terrazzate, orli di terrazzo morfologico inattivi, scarpate di erosione fluviale attivi).

Il sottosuolo di Settimo Milanese è ricco di acque che permeano a varie profondità gli abbondanti depositi permeabili.

La situazione stratigrafica della litozona GHIAIOSO - SABBIOSA, cioè dei primi 100-120 metri dal piano campagna, è caratterizzata dalla presenza di depositi permeabili, sedi di FALDA ACQUIFERA, a volte separati da orizzonti impermeabili anche potenti di natura argilloso - limosa.

Nell'area del "Milanese", la discontinuità laterale di questi ultimi comporta che le falde, separate tra loro in talune zone, risultino comunicanti in altre. Nel sottosuolo di Settimo Milanese la continuità laterale degli orizzonti limoso - argillosi a bassa permeabilità consente di ipotizzare una separazione di fatto fra le acque sottostanti e sovrastanti gli orizzonti stessi.

La base della litozona ghiaioso - sabbiosa, posta a circa 100m - 120 m dal p.c, è caratterizzata dalla presenza di uno strato prevalentemente argilloso di spessore compreso fra 40.0 m e 50.0 m.

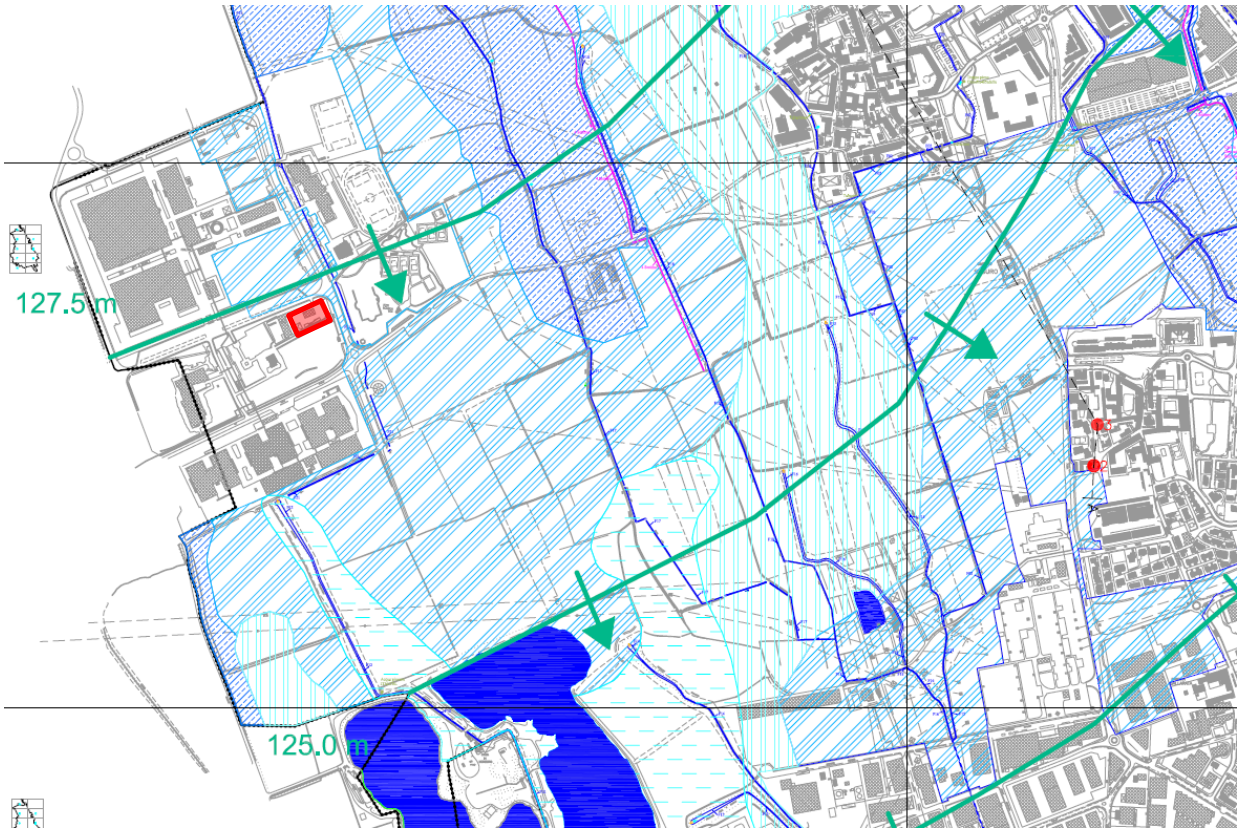
Al di sotto di questa unità, nell'ambito della litozona argilloso - limosa, i depositi permeabili sede di acquiferi si alternano ad orizzonti impermeabili prevalentemente argillosi potenti fino a qualche decina di metri e con una maggior continuità laterale rispetto ai depositi argillosi individuati in corrispondenza della litozona superiore: si osserva una netta prevalenza di orizzonti impermeabili argillosi contenenti livelli permeabili generalmente poco o mediamente potenti.

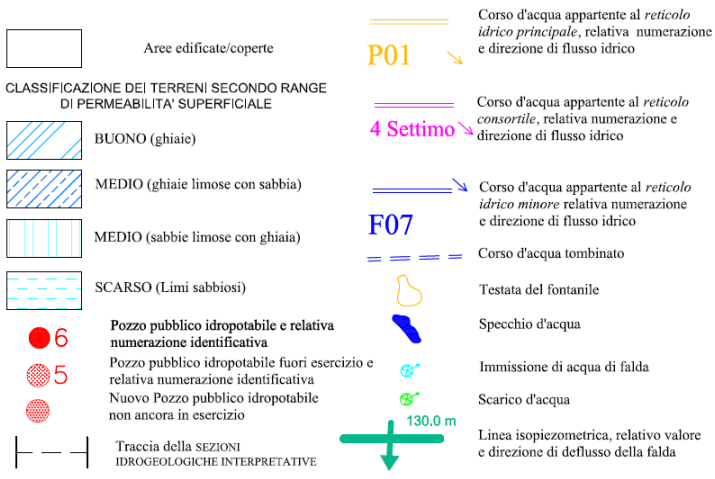
In base a quanto sopra esposto, è possibile sintetizzare l'assetto idrogeologico del sottosuolo secondo lo schema seguente:

Profondità dal p.c.	Litologia prevalente	Idrogeologia
ACQUIFERO TRADIZIONALE da p.c. a -10m / -20m	ghiaie e sabbie; limi argillosi	saturo, molto permeabile
da -20m / -40m a -60m / -80m	ghiaie e sabbie	saturo, molto permeabile
da -60 m / -80 m a 110 m /-120 m	argille e limi	saturo, poco permeabile
ACQUIFERO PROFONDO	da 110 m -120 m a -220 m alternanza di orizzonti decametrici costituiti da: argille, sabbie e ghiaie	impermeabile (argilla); molto permeabile (sabbia e ghiaia)

In base alle considerazioni sovraesposte, le falde idriche del sottosuolo di Settimo Milanese possono essere così suddivise:

- PRIMA FALDA**,** freatica, non confinata, per l'area in progetto a profondità di circa 5.0m - 10.0m dal p.c, contenuta a letto dai depositi a bassa permeabilità individuati nei primi venti metri di sottosuolo. Date tali condizioni geometriche la prima falda è assimilabile ad un acquifero libero monostrato.
- SECONDA FALDA**,** semi artesiana compresa tra 20.0m/-40.0m e 110.0m/-120.0mm dal p.c, contenuta entro i sedimenti permeabili sabbioso-ghiaiosi, appartenenti alla II Litozona, separati da livelli impermeabili con discreta continuità laterale. Nel suo complesso la seconda falda è definibile come acquifero semi artesiano multistrato.
- TERZA FALDA**,** compresa fra 120 e circa 200m dal p.c, costituita dai livelli acquiferi prevalemente sabbiosi intercalati a potenti orizzonti impermeabili appartenenti alla Litozona argilloso - limosa, è assimilabile ad un unico acquifero multistrato in pressione.



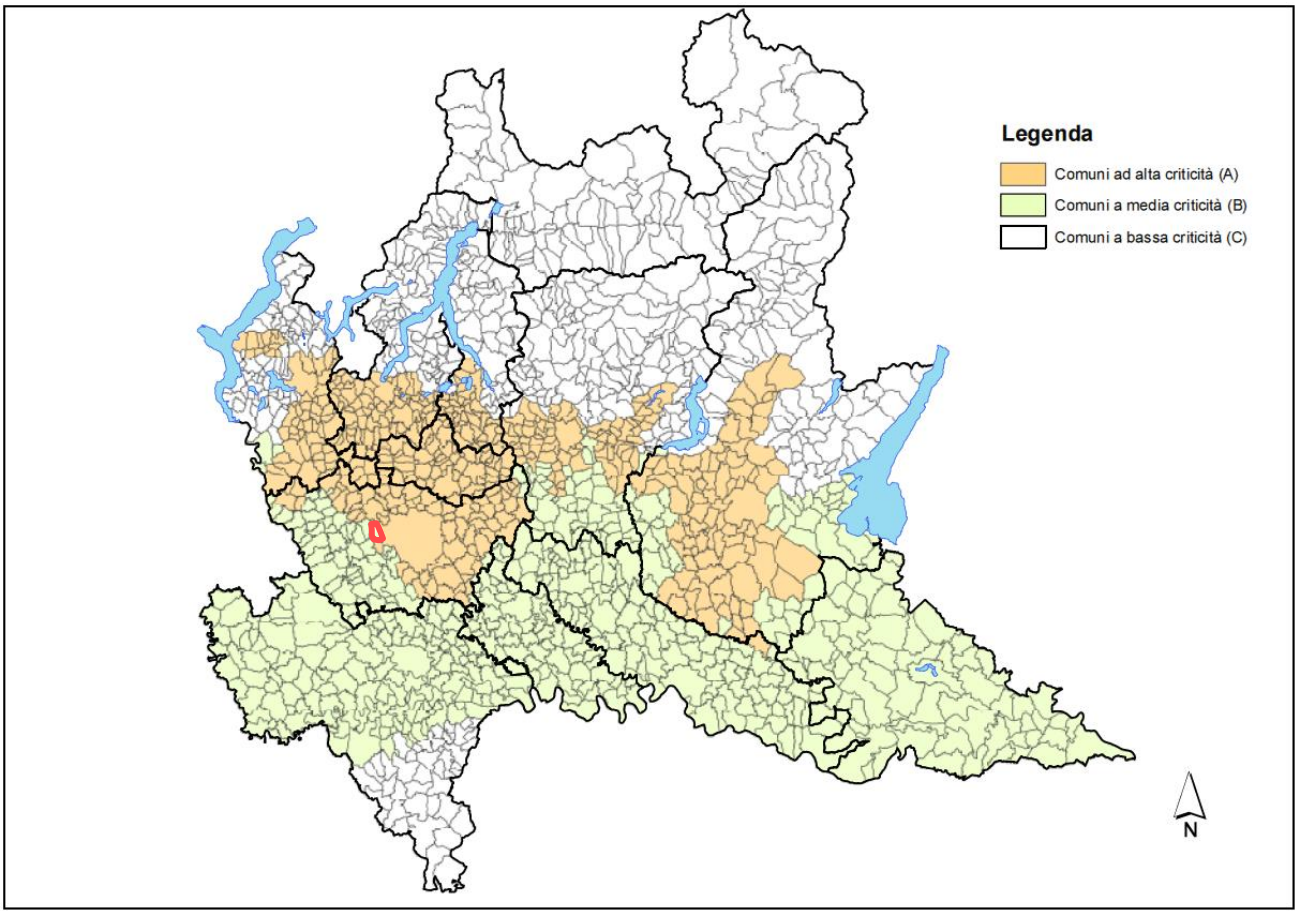

Aree edificate/coperte
CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI SECONDO RANGE DI PERMEABILITA' SUPERFICIALE
BUONO (ghiaie)
MEDIO (ghiaie limose con sabbia)
MEDIO (sabbie limose con ghiaia)
SCARSO (Limi sabbiosi)
6
Pozzo pubblico idropotabile e relativa numerazione identificativa
5
Pozzo pubblico idropotabile fuori esercizio e relativa numerazione identificativa
Nuovo Pozzo pubblico idropotabile non ancora in esercizio
Traccia della SEZIONI IDROGEOLOGICHE INTERPRETATIVE
P01
Corso d'acqua appartente al reticolo idrico principale, relativa numerazione e direzione di flusso idrico
4 Settimo
Corso d'acqua appartente al reticolo consortile, relativa numerazione e direzione di flusso idrico
F07
Corso d'acqua appartente al reticolo idrico minore relativa numerazione e direzione di flusso idrico
Corso d'acqua tombinato
Testata del fontanile
Specchio d'acqua
Immissione di acqua di falda
Scarico d'acqua
130.0 m
Linea isopiezometrica, relativo valore e direzione di deflusso della falda

Per maggiori dettagli sull' assetto geologico ed idrogeologico dell'area di progetto si rimanda alla "Relazione Geologica preliminare" di supporto al progetto.

4 DATI DI PROGETTO

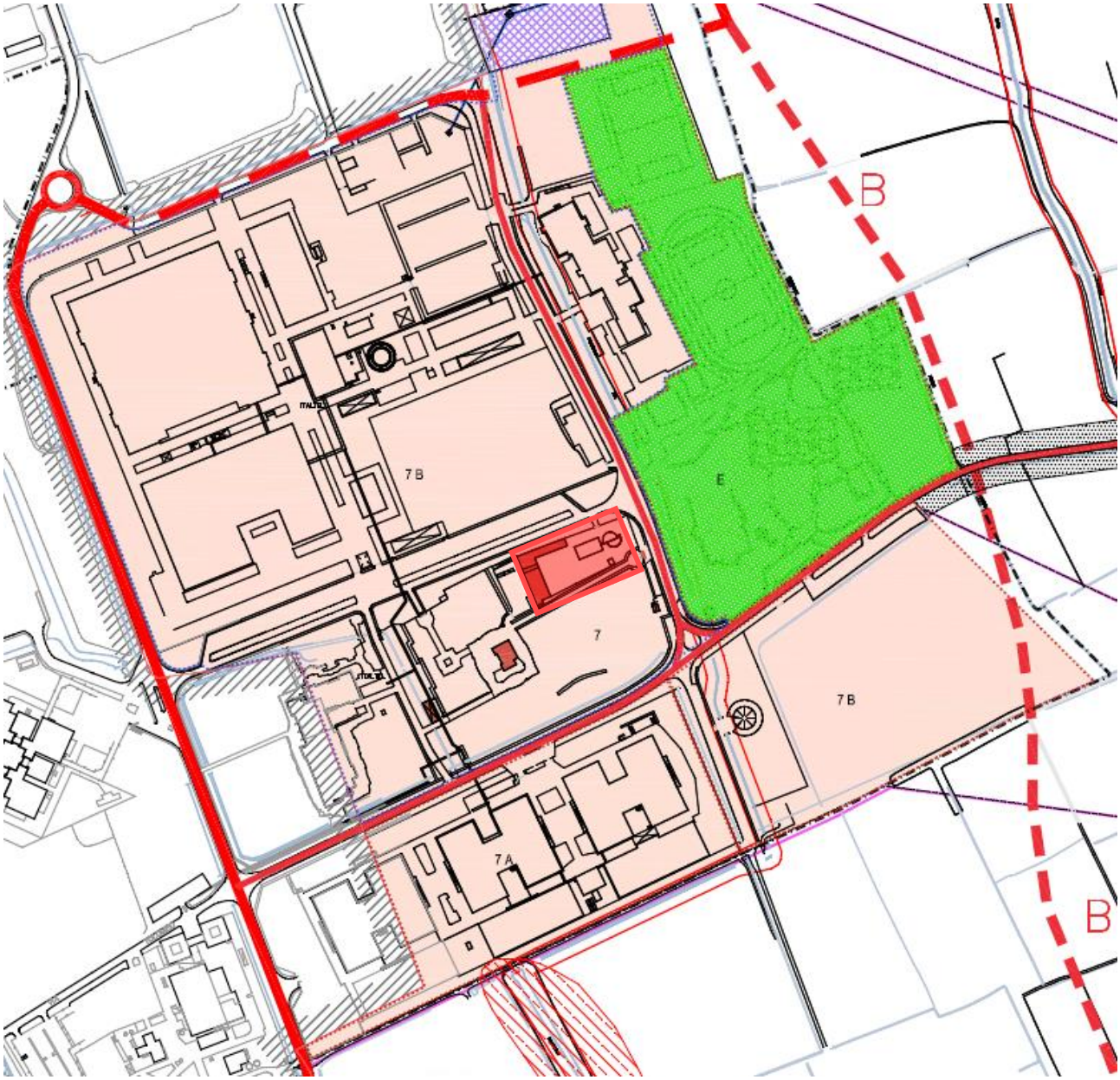
L'intervento rientra tra quelli individuati al comma 2, lettera b), dell'Art. 3 del regolamento regionale n. 7 del 23/11/2017, ovvero tra quelli relativi a nuova costruzione così come definito dall' art. 3 comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/2001.

Ai sensi dell'Allegato C del R.R. 7/ il comune di Madesimo, è classificato come "**Comune a media criticità idraulica (B)"**.



Cartografia regionale degli abiti a diversa criticità idraulica – In rosso l'ubicazione del comune di Settimo Milanese

L' intervento in progetto ricade all' interno di un'area classificata come **Piano Attutivo** dal PGT comunale.



	AMBITI DI TRASFORMAZIONE
1-7	RESIDENZA E ATTIVITA' PRODUTTIVE
A-G	SERVIZI PUBBLICI O DI INTERESSE GENERALE
	AMBITI DESTINATI A RESIDENZA
	AMBITO DI RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA DESTINATO AD ATTIVITA' PRODUTTIVE
	AMBITI INTERNI AL PERIMETRO DEL PARCO AGRICOLO SUD MILANO DESTINATI DAL VIGENTE PTC (ART. 36) A IMPIANTI SPORTIVI E RICREATIVI
	AREE ESTERNE AL PARCO AGRICOLO SUD MILANO DESTINATE A INTERVENTI DI RIMBOSCHIMENTO CON FINALITA' ECOLOGICHE, PAESAGGISTICHE E FRUITIVE
	AREE INTERNE AL PARCO AGRICOLO SUD MILANO DESTINATE A INTERVENTI DI RIMBOSCHIMENTO CON FINALITA' ECOLOGICHE, PAESAGGISTICHE E FRUITIVE

PARAMETRI INTERVENTO	
COMUNE	Settimo Milanese
CRITICITA' IDRAULICA COMUNE	B
APPERTENEZA AD AMBITI DI TRASFOMAZIONE /P.A. DEL PGT	SI
VOLUME MINIMO DI INVASO (Art.12 del R.R. 7/2017)	800 m^3/ha**

**Ridotto del 30% in caso di sola infiltrazione.

5 DEFINIZIONE DELE AREE

Le misure di invarianza idraulica ed idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall' intervento comportante una modifica della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all' urbanizzazione (superficie di trasformazione) e non all' intero lotto.

Ai sensi dell'Art. 11 comma 2 lettera d) del regolamento regionale, la valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nelle opere di laminazione, può essere effettuata adottando i seguenti coefficienti di deflusso per ogni superficie scolante omogenea dell'intervento:

- φ=1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- φ=0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque e per pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili, di strade, vialetti, parcheggi;
- φ=0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Dall' analisi delle opere in progetto l'area verrà completamente impermeabilizzata pertanto il coefficiente di deflusso per tutta la superficie scolante è φ=1

Nella tabella di seguito si riporta il calcolo delle superfici scolanti di progetto e del coefficiente di deflusso medio ponderale.

DESCRIZIONE	TIPO AREA	SUPERFICIE [m^2]	COEFF. DEFFLUSSO φ
▪ Area trasformatori ▪ Area manovra	Cat. 1 - Area impermeabile	2136.39	1,00

Superficie scolante impermeabile	2136.39	m^2	**Coefficiente afflusso medio ponderale φ_m**		1,00

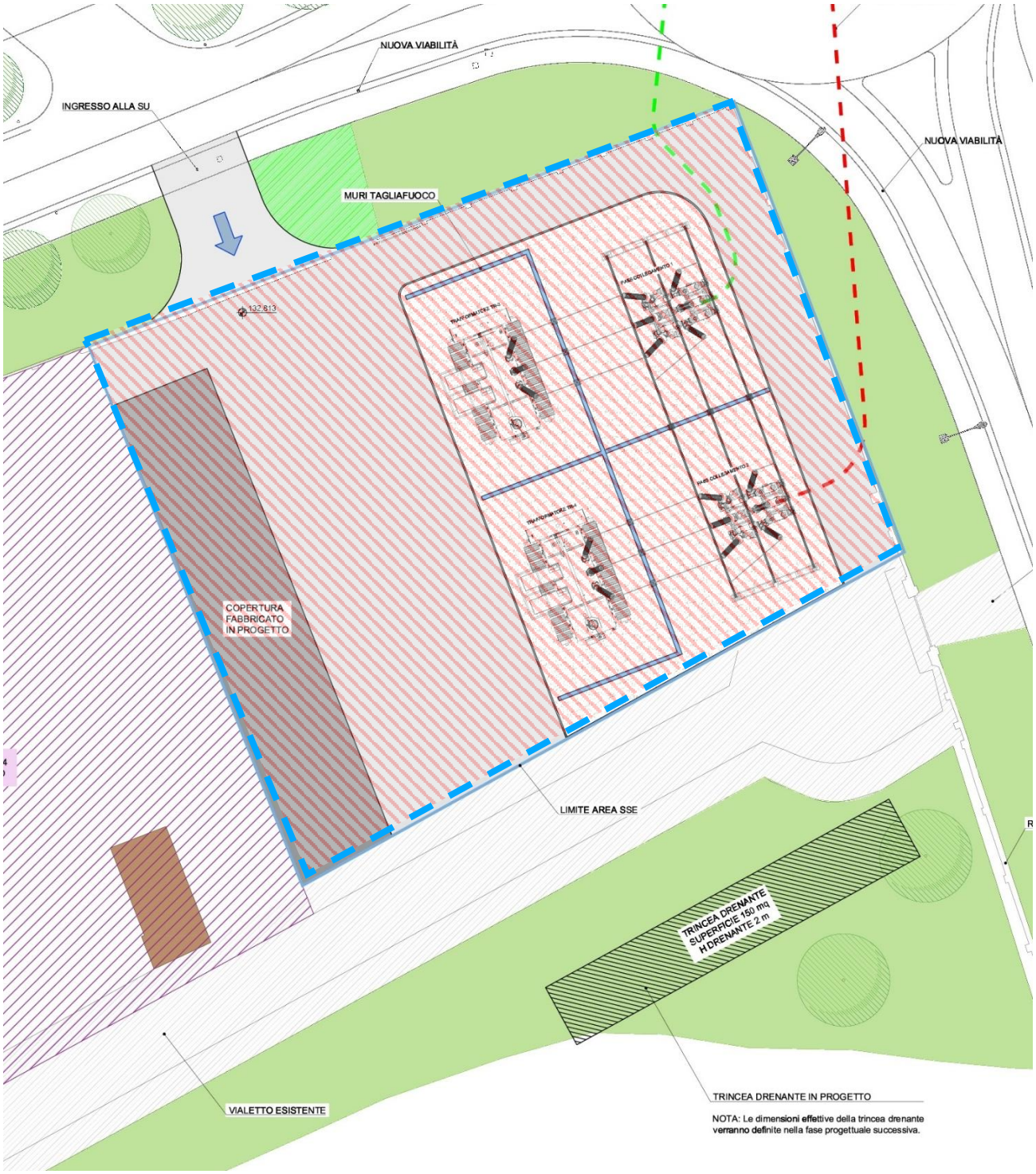
Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola di progetto “Smaltimento acque - Planimetria di aree drenanti”

L’ intervento in progetto, così come riportato nella Tabella 1 dell’Art. 9 del R.R. 7/2017, ricade quindi all’ interno della **“CLASSE 2” impermeabilizzazione potenziale media**

Tabella 1(2)

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Il metodo di calcolo adottato sarà pertanto quello delle **sole piogge (art.11 all. G).**


NUOVA VIABILITÀ
INGRESSO ALLA SU
MURI TAGLIAFUOCO
NUOVA VIABILITÀ
COPERTURA FABBRICATO IN PROGETTO
LIMITE AREA SSE
TRINCEA DRENANTE SUPERFICIE 150 mq H DRENANTE 2 m
VIALETTO ESISTENTE
TRINCEA DRENANTE IN PROGETTO
NOTA: Le dimensioni effettive della trincea drenante verranno definite nella fase progettuale successiva.

AREA IMPERMEBILE

AREA DI INTERVENTO

6 PROGETTO di INVARIANZA IDRAULICA

6.1 *DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO*

Nel caso di "Impermeabilizzazione potenziale media" in ambiti territoriali a criticità alta o media, si adotta il "Metodo delle sole piogge" che si basa sulle seguenti assunzioni:

- l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Qe(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata Qe costanti e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile.
- Lo svuotamento del sistema di laminazione avviene a portata costante (Qu=cost).

Tramite queste assunzioni si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi - deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso.

Considerando che l'area di progetto, essendo inserita in un ambito di trasformazione da assoggettare a piano attuativo, viene inquadrata entro i limiti e le procedure delle aree A ad alta criticità idraulica (art. 7 punto 5), gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e di conseguenza nei calcoli, come previsto dall'art. 8 – comma 1 – lettera b) del del R.R., viene utilizzato un valore massimo ammissibile (U_{lim}) pari a 10 l/s.

Per la stima dei dati pluviometrici da utilizzare per la soluzione della suddetta formula (parametri a, n) è stato consultato il portale del sito dell'ARPA Lombardia https://idro.arpalombardia.it/che fornisce i parametri della curva di possibilità pluviometrica valida per ciascuna delle località della Lombardia, il cui territorio è discretizzato in aree omogenee.

Le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t) prendono il nome di *Curve Segnalatrici di Possibilità climatica o Pluviometrica* (LSPP).

Per durate di precipitazione superiori ad un'ora, viene applicato il metodo della legge probabilistica GEV (Generalized Extreme Values). Tale metodo a partire dai parametri di riferimento *a1* ed *n* della curva di possibilità pluviometrica, definito il tempo di ritorno TR dell'evento critico, ricalcola il parametro *a* per il caso specifico e calcola l'altezza di pioggia come segue:

$$h = a1 \cdot wT \cdot Dn$$

dove:

h [mm]: altezza di pioggia
a1 [mm/ora^n]: coefficiente pluviometrico orario
D [ore]: durata di pioggia
n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia
wT [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno *TR [anni]*
ε, α, κ [-]: parametri della legge probabilistica GEV

Per durate inferiori a un'ora si utilizzano tutti i parametri adottati per le durate superiori ad un'ora, tranne il parametro *n* che viene definito in modo specifico per tale durata. In assenza di dati più precisi spesso, in letteratura tecnica idrologica, viene riportato un valore indicativo pari a *n* = 0,5. Per quanto attiene i parametri

caratteristici delle linee segnalatrici di pioggia si possono estrarre per il territorio regionale dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia.

Per un periodo di ritorno **(Tr) = 50 anni** si determina un **valore di pioggia intensa** pari a **61,90 mm/h**.

ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: .....
Coordinate: .....

Linea segnalatrice
Tempo di ritorno (anni) 50

Parametri ricavati da: http://idro.arpalombardia.it
A1 - Coefficente pluviometrico orario 30,33
N - Coefficente di scala 0,3093
GEV - parametro alpha 0,2963
GEV - parametro kappa -0,0278
GEV - parametro epsilon 0,82

Evento pluviometrico
Durata dell'evento [ore]
Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

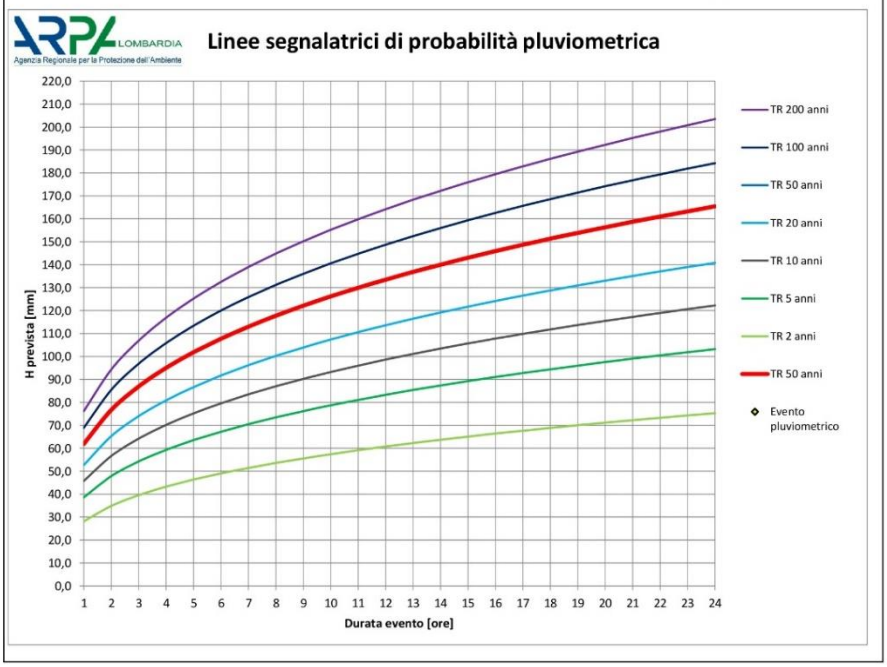
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left\{1 - \left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k\right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:
http://idro.arpalombardia.it/manual/Ispp.pdf
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92915	1,27383	1,50808	1,73742	2,04118	2,27402	2,51054	2,04118033
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	28,2	38,6	45,7	52,7	61,9	69,0	76,1	61,9089993
2	34,9	47,9	56,7	65,3	76,7	85,5	94,4	76,7118332
3	39,6	54,3	64,2	74,0	87,0	96,9	107,0	86,9615732
4	43,3	59,3	70,2	80,9	95,1	105,9	116,9	95,0541186
5	46,4	63,6	75,2	86,7	101,8	113,5	125,3	101,846288
6	49,1	67,2	79,6	91,7	107,8	120,0	132,5	107,754636
7	51,4	70,5	83,5	96,2	113,0	125,9	139,0	113,016696
8	53,6	73,5	87,0	100,3	117,8	131,2	144,9	117,782161
9	55,6	76,2	90,2	104,0	122,2	136,1	150,2	122,152115
10	57,4	78,8	93,2	107,4	126,2	140,6	155,2	126,198381
11	59,2	81,1	96,0	110,6	130,0	144,8	159,9	129,974017
12	60,8	83,3	98,6	113,6	133,5	148,7	164,2	133,519453
13	62,3	85,4	101,1	116,5	136,9	152,5	168,3	136,86628
14	63,7	87,4	103,5	119,2	140,0	156,0	172,2	140,039704
15	65,1	89,3	105,7	121,8	143,1	159,4	176,0	143,060194
16	66,4	91,1	107,8	124,2	145,9	162,6	179,5	145,944621
17	67,7	92,8	109,9	126,6	148,7	165,7	182,9	148,707076
18	68,9	94,5	111,8	128,8	151,4	168,6	186,2	151,35946
19	70,1	96,1	113,7	131,0	153,9	171,5	189,3	153,911926
20	71,2	97,6	115,5	133,1	156,4	174,2	192,3	156,373214
21	72,3	99,1	117,3	135,1	158,8	176,9	195,3	158,750906
22	73,3	100,5	119,0	137,1	161,1	179,4	198,1	161,051628
23	74,3	101,9	120,6	139,0	163,3	181,9	200,8	163,281208
24	75,3	103,2	122,2	140,8	165,4	184,3	203,5	165,4448



Secondo quanto previsto dal metodo delle sole piogge si procede all'individuazione del ***volume critico W0 di laminazione*** ovvero quello che massimizza il volume invasato, questo, all'istante t, è dato dalla differenza fra il volume idrico entrante (*We*) e quello uscente (*Wu*)e può essere descritto dalla seguente relazione:

$$W0 = We - Wu = S.\ \varphi.\ a.\ D^n - S.\ u_{lim}.\ D$$

in cui:

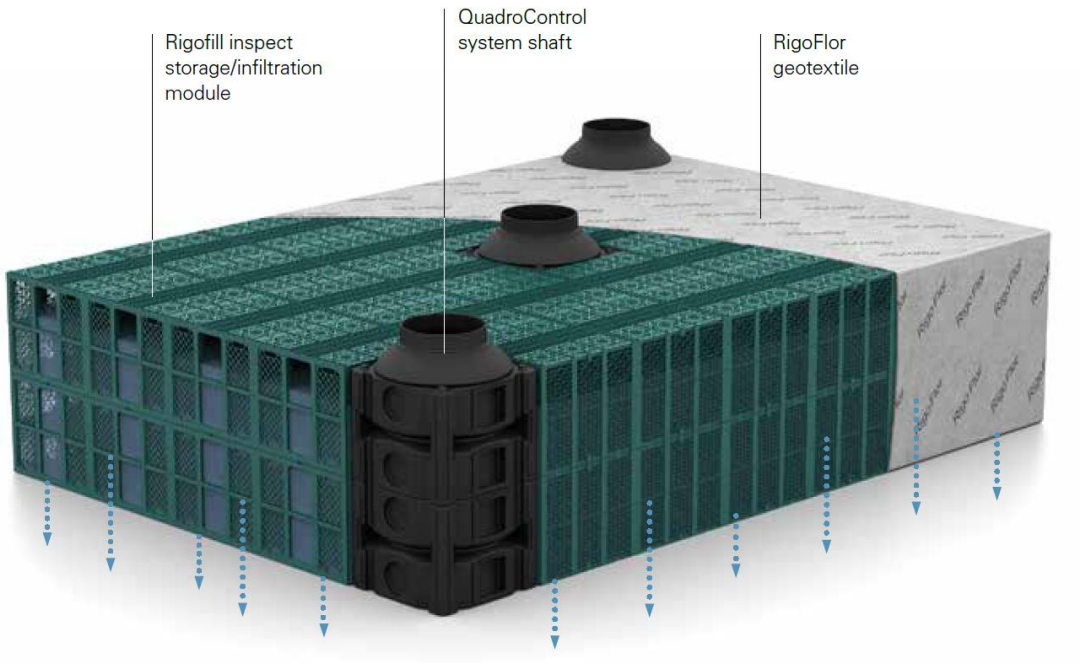
- S = superficie totale scolante di progetto,
- φ= coefficiente di deflusso medio ponderale,
- a = altezza di pioggia in funzione della durata dell'evento (h),
- u_{lim} = valore massimo ammissibile da normativa da rapportare a S,
- D = durata della pioggia (24h)

6.2 *SOLUZIONE PROGETUALE ADOTTATA*

Data l'impossibilità di scarico delle acque di scolo in un ricettore, la soluzione adottata per lo smaltimento delle acque piovane dell'area sarà quella dell'infiltrazione in profondità attraverso la realizzazione di una trincea disperdente.

La trincea sarà composta da moduli prefabbricati tipo Rigofill disposti in serie fino ad ottenere la volumetria di laminazione calcolata; tale soluzione progettuale ha il vantaggio di permette l'eventuale pulizia della trincea di infiltrazione a mezzo di acqua ad alta pressione, ed il conseguente ripristino delle condizioni ottimali di funzionamento qualora, nel corso degli anni dovesse perdere efficienza.

Il sistema è caratterizzato da una percentuale di vuoto del 96%, è carrabile a mezzi pesanti (carichi ammessi: 600KN complessivi e 100 KN ovvero per singola ruota) ed ispezionabile attraverso specifico modulo "Quadro Control".



Tipologico di trincea Rigofill

6.3 *PERMEABITA' DEL TERRENO*

Il valore di permeabilità del terreno è stato definito confrontando dati bibliografici con l'assetto litostratigrafico che caratterizza l'area.

Il valore medio del coefficiente di permeabilità del terreno "k" stimato è di: 2 E^{-5}m/s

7 DIMENSIONAMENTO E VERIFICHA DELLA TRINCEA DISPERDENTE

7.1 *CALCOLO DELLA PORTATA INFILTRATA*

La portata infiltrata viene calcolata adottando la formula di Darcy.

$$Q_{inf} = K_{calc} \cdot i \cdot Af$$

dove:

Qinf [m3/s]: portata infiltrata
Kcalc [m/s]: coefficiente di permeabilità di calcolo del terreno a lungo termine
i [m/m]: gradiente idraulico
Af [m2]: superficie d'infiltrazione di calcolo

Nel calcolo del processo di infiltrazione vengono adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità del terreno idonei a rappresentare le reali condizioni di permeabilità a lungo termine.

7.2 *CALCOLO TEMPO DI SVUOTAMENTO*

Il tempo di svuotamento T_{sv} viene calcolato con la seguente.

$$T_{sv} = \frac{W}{Q_{inf}}$$

dove:

W [m3]: volume invasato massimo
Qinf [m3/s]: portata infiltrata

Nel caso di sistemi di scarico o di infiltrazione a portata variabile si adotta il valore medio della portata infiltrata e/o scaricata durate il periodo di svuotamento. Il tempo di svuotamento dell'invaso non deve superare le 48 ore, in modo da rispristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato. Il volume di laminazione calcolato deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore. Per considerare l'eventualità che una seconda precipitazione possa avvenire in condizioni di parziale pre-riempimento degli invasi, nonostante si sia rispettato nella progettazione, il progetto valuta il rischio sui beni insediati e prevede misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni stessi in funzione della tipologia degli invasi e della locale situazione morfologica e insediativa.

7.3 *DIMENSIONAMENTO TRINCEA DI INFILTRAZIONE*

La trincea, a pianta rettangolare dalle dimensioni di 4.8 m di larghezza, 28.8 di lunghezza e 1.32 di profondità, sarà composta da n°432 moduli Rigofill disposti in serie su 6 file con un doppio ordine in profondità, per un volume utile totale di 175.18 m^3 ed una superficie disperdente in pianta pari a 138.4 m^2.; ciascun modulo ha le seguenti dimensioni: pianta 0.8 x 0.8 m. altezza 0.66 m.

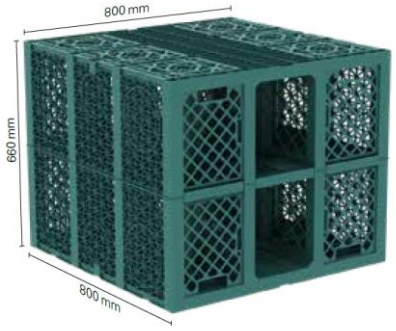


Figura 2: Dimensioni singolo modulo Rigofill.

Dato il coefficiente di permeabilità “k” del terreno e la superficie disperdente prevista la capacità media di infiltrazione del sistema in progetto risulta di: 0,00276 m^3/s paria 2.76 l/s.

DIMENSIONI INVASO	
VOLUME UTILE INVASO	175.18 m^3
ALTEZZA UTILE	1.32 m
SUPERFICIE UTILE DISPERDENTE	138.24 m^2
CAPACITA’ DI INFILTRAZIONE MEDIA	2.76 l/s

7.4 *VERIFICA DEL SISTEMA DISPERDENTE*

La verifica della trincea disperdente avviene mediante la seguente equazione:

$$W_{in} - W_{out} - W_{trin} = \Delta W < 0$$

cioè la differenza tra il volume meteorico entrante "W_{in}"e il volume infiltrato uscente "W_{out}" dovrà risultare inferiore alla capacità di immagazzinamento della trincea "W_{trin}".

VERIFICA SISTEMA DISPERDENTE -Tr 50_					
DURATA (ore)	**Ht PIOGGIA (mm)**	**Win (mc)**	**Wout (mc)**	**Wtrin**	**VERIFICA**
0,25	40,32	86,1	2,48832	-91,523609	VERIFICATO
0,5	49,96	106,7	4,97664	-73,414726	VERIFICATO
0,75	56,64	121,0	7,46496	-61,641184	VERIFICATO
1	61,91	132,3	9,95328	-52,869241	VERIFICATO
2	76,71	163,9	19,90656	-31,197895	VERIFICATO
3	86,96	185,8	29,85984	-19,253733	VERIFICATO
4	95,05	203,1	39,81312	-11,918180	VERIFICATO
5	101,85	217,6	49,7664	-7,360736	VERIFICATO
6	107,75	230,2	59,71968	-4,691480	VERIFICATO
7	113,02	241,4	69,67296	-3,402948	VERIFICATO
8	117,78	251,6	79,62624	-3,175338	VERIFICATO
9	122,15	261,0	89,57952	-3,792690	VERIFICATO
10	126,20	269,6	99,5328	-5,101569	VERIFICATO
11	129,97	277,7	109,48608	-6,988618	VERIFICATO

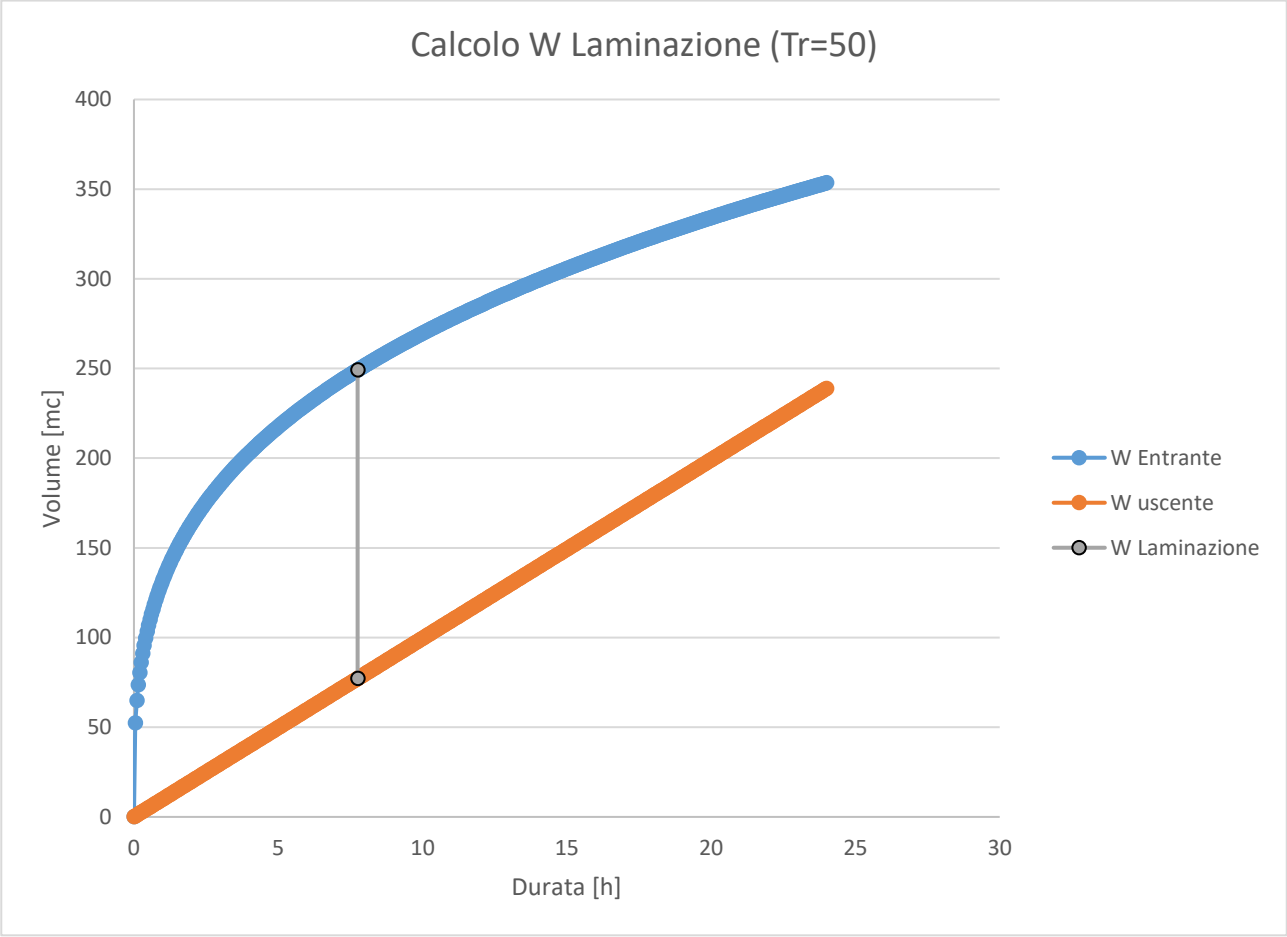
VERIFICA SISTEMA DISPERDENTE -Tr 50_					
12	133,52	285,2	119,43936	-9,367465	VERIFICATO
13	136,87	292,4	129,39264	-12,170617	VERIFICATO
14	140,04	299,2	139,34592	-15,344224	VERIFICATO
15	143,06	305,6	149,2992	-18,844560	VERIFICATO
16	145,94	311,8	159,25248	-22,635578	VERIFICATO
17	148,71	317,7	169,20576	-26,687177	VERIFICATO
18	151,36	323,4	179,15904	-30,973931	VERIFICATO
19	153,91	328,8	189,11232	-35,474149	VERIFICATO
20	156,37	334,1	199,0656	-40,169158	VERIFICATO
21	158,75	339,2	209,01888	-45,042761	VERIFICATO
22	161,05	344,1	218,97216	-50,080801	VERIFICATO
23	163,28	348,8	228,92544	-55,270829	VERIFICATO
24	165,44	353,5	238,87872	-60,601832	VERIFICATO

Analizzando il grafico volume entrante – volume uscente del sistema di smaltimento si osserva come l'evento critico si verifichi dopo 7.75 ore con un volume entrante di 172.03 mc di acqua (volume max di invaso).

Ai sensi dell'articolo 12 c. 2 del Regolamento regionale, tale valore va confrontato con quello ottenuto considerando il valore minimo di 800 m^3 / ettaro di superficie scolante impermeabile (volume minimo di laminazione 171 mc).

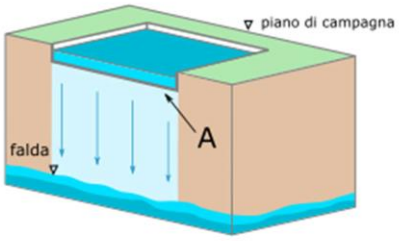
Nel caso in esame il valore calcolato col metodo sopra descritto e Tr 50anni risulta maggiore rispetto a quanto previsto dal volume minimo di invaso; pertanto, il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica verrà condotto per un valore di invaso di 172 mc. che andranno successivamente smalti entro le 48 ore successive all'evento.

VOLUME DI INVASO LAMINAZIONE			
SUPERFICIE SCOLANTE IMPERMEABILE	Ssi	2136.39	m^3
VOLUME MINIMO SPECIFICO DI INVASO		800	m^3/ha,imp
VOLUME MINIMO D'INVASO (REQUISITI MINIMI)	W_{min}	171	m^3
VOLUME LAMINAZIONE -Metodo sole piogge TR50-	W_{msp}	**172**	m^3
VOLUME LAMINAZIONE DI PROGETTO (Max W_{min}: W_{msp})	**W_p**	**172**	**m^3**



7.5 *VERIFICA DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO*

Il tempo di svuotamento dell'invaso non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità (es. stoccaggio di acqua per il riuso domestico e/o irriguo), il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che, dopo 48 ore, deve comunque essere disponibile il volume calcolato. Il volume di laminazione calcolato deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore.

VERIFICA TEMPO DI SVUOTAMENTO			
TIPOLOGIA DI SVUOTAMENTO	INFILTRAZIONE A PORTATA COSTANTE		
			
VOLUME di LAMINAZIONE	W_{trin}	172	m^3
PORTATA USCENTE (capacita' di infiltrazione media)	Q_{out}	2.76	l/s
TEMPO DI SVUOTAMENTO MASSIMO		48,0	h
TEMPO DI SVUOTAMENTO DELL'INVASO	t_{sv}	**17.25**	h
VERIFICA			**POSITIVA**

8 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL SISTEMA DI DRENAGGIO ACQUE PLUVIALI

Il sistema di drenaggio delle acque pluviali prevede l'utilizzo di:

- Tubazioni in PVC rigido con diametro minimo di 315 mm conformi a norma UNI EN 140-1 tipo SN8 per le condotte interrate di scarico, giunto a bicchiere con anello di gomma, segnato ogni metro con sigla produttore, data di produzione, marchio e numero distintivo IIP o equivalente, diametro del tubo;
- Pozzetti e caditoie vari.

8.1 *VERIFICA TUBAZIONI ACQUE BIANCHE*

Le tubazioni di raccordo del sistema di invarianza devono essere dimensionate in modo tale da smaltire a pelo libero le portate provenienti dal dilavamento delle superfici scolanti; la verifica delle tubazioni viene eseguita sulla sezione all'ingresso della vasca di laminazione.

Di seguito si procede alla verifica della tubazione PVC-U UNI EN 140-1 tipo SN8 con diametro minimo esterno di 315 mm.

Si utilizza per la verifica la formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler – Strickler:

- v = k R2/3 i1/2
- D = Diametro interno del canale circolare = 296.6 mmm
- w = Livello percentuale di riempimento del canale = 50%
- i = Pendenza del canale = 3.0 %
- k = coefficiente di scabrezza = 120 (tubi in PVC)

Per il dimensionamento si utilizza il **valore di pioggia intensa** pari a **61.91 mm/h** sopra determinato per periodo di ritorno Tr=50 anni.

Pertanto, la **portata in ingresso** al sistema di drenaggio sarà di **36.7 l/s.**

VERIFICA TEMPO DI SVUOTAMENTO		
PORTATA IN INGRESSO (l/s)	Q in	36.7
PORTATA TUBAZIONE (l/s)	Q out	126.73
VERIFICA	**Qout > Qin**	**POSITIVA**

9 MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

Un sistema di drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici risulta inefficace nel caso non vengano eseguite le opere di manutenzione ordinaria sulle sue componenti per mantenerne funzionalità e durabilità.

Per manutenzione programmata si intendono gli interventi di pulizia, lavaggio, espurgo delle condotte principali della rete bianca e del sistema di laminazione, effettuati secondo una frequenza programmata.

Il gestore dovrà predisporre un programma con cui intende svolgere le operazioni di manutenzione sulla rete bianca, stabilito sulla base delle peculiarità del sistema in opera.

La manutenzione programmata delle reti dovrà quindi essere composta dalle seguenti attività:

- **POZZETTI E CADITOIE**

  MANUTENZIONE PROGRAMMATA

  - Verificare lo stato generale e l'integrità della griglia e della piastra di copertura dei pozzetti, della base di appoggio e delle pareti laterali ogni 12 mesi;
  - Eseguire una pulizia dei pozzetti mediante asportazione dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione ogni 6 mesi;
  - Sostituire i chiusini e i pozzetti danneggiati all'occorrenza.

- **TUBAZIONI INTERRATE SISTEMA DI DRENAGGIO**

  Le tubazioni dell'impianto di smaltimento delle acque provvedono allo sversamento dell'acqua nel sistema di laminazione. Si possono riscontrare le seguenti anomalie:

  - Accumulo di grasso che si deposita sulle pareti dei condotti.
  - Perdite del fluido in prossimità di raccordi dovute a errori o sconnessioni delle giunzioni.
  - Accumulo di depositi minerali sulle pareti dei condotti.
  - Odori sgradevoli
  - Penetrazione all'interno dei condotti di radici vegetali che provocano intasamento del sistema.
  - Accumulo di depositi minerali sul fondo dei condotti che può causare l'ostruzione delle condotte.

MANUTENZIONE PROGRAMMATA

- Ogni 12 mesi verificare l'integrità delle tubazioni con particolare attenzione ai raccordi tra tronchi di tubo;
- Ogni 12 mesi eseguire una pulizia dei sedimenti formatisi e che provocano ostruzioni diminuendo la capacità di trasporto dei fluidi.
- Sostituzione delle tubature in PVC danneggiate all' occorrenza.

- **TRINCEA DRENANTE**

MANUTENZIONE PROGRAMMATA

- Verificare lo stato generale e l'integrità del sistema disperdente con controllo dell'eventuale accumulo di materiale organico e non al suo interno ogni 6 mesi;
- Qualora l'efficienza del sistema dovesse subire cali tali da comprometterne la funzionalità bisognerà, all'occorrenza, eseguirne la pulizia con apposito mezzo idropulente ad alta pressione al fine ripristinare la capacità originaria del sistema.

PIANO MANUTENZIONE			
MANUFATTO	**OGNI 6 MESI**	**OGNI 12 MESI**	**SU INDICAZIONI PRODUTTORE**
SCARICHI (CHIUSINI, CANALETTE DI DRENAGGIO ACQUA, GRIGLIE, ECC.)	VERIFICA E PULIZIA		
RETE DI DRENAGGIO (TUBAZIONI PVC)		ISPEZIONE / EVENTUALE PULIZIA	
TRINCEA DRENANTE	ISPEZIONE	ISPEZIONE / EVENTUALE PULIZIA	REVISIONE CON EVENTUALE SOSTITUZIONE COMPONENTI

NB: In seguito ad ogni evento di eccezionale intensità, andrà ispezionato e verificato il corretto funzionamento di tutto il sistema di drenaggio, laminazione ed infiltrazione.

10 CONCLUSIONI

Lo studio in oggetto ha consentito di definire e dimensionare il sistema di drenaggio, l'invaso e il sistema di smaltimento delle acque secondo i criteri previsti dal RR n. 7/2017.

E' stato calcolato che sarà necessario realizzare una vasca di infiltrazione profonda con volume massimo di invaso di 175 mc, il tempo di svuotamento della stessa è stato calcolato in 17.25 ore, in linea con quanto previsto dalla normativa vigente (< 48h)

Eventuali modifiche al progetto di invarianza nelle successive fasi progettuali e/o in corso d' opera dovranno essere riportati all' interno dell'allegato D del RR n. 7/2017 a firma della direzione lavori.

Morbegno, febbraio 2024

Geol. Nicola Ricciardini